Von dieser Zeitschrift erscheinen jährlich 24 Nummern in 30 bis 36 Bogen und 10—15 Blättern Zeichnungen. — Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes an. Der halbe Jahrgang kostet 3 fl. C.M., der ganze Jahrgang 6 fl., mit Postversendung 6 fl. 36 kr. C.M.

Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereines.

V. Jahrgang.

Ankündigungen, welche dem Zwecke der Zeitschrift entsprechen, werden aufgenommen und portofrei erbeten. Einrückungsgebühr für die gebrochene Petitzeile für einmal 4 kr., für zweimal 6 kr., für dreimal 8 kr. C.M. Adresse: Tuchlauben Nr. 562.

№ 2. Wien, im Jänner. 1853.

Ueber den Widerstand einzelnliegender und zusammenhängender Brückenbalken,

nebst

Untersuchung über die Entfernung der Brückenpfeiler bei Brücken mit mehren Oeffnungen.

Vom Ingenieur **von Kaven** in Hannover.

(Mit dem Zeichnungsblatte 4).

Bei Gelegenheit der Projektirung eiserner Brücken für die jetzt im Bau begriffenen Hannoverschen Eisenbahnen, bei denen eine bedeutende Anzahl kleiner und größerer eiserner Blechbrücken ausgeführt werden, fand sich die Veranlassung zu den in der Ueberschrift angedeuteten Untersuchungen.

Wenngleich — was den zuerst angedeuteten Gegenstand betrifft, nämlich: ob Brücken mit mehren Oeffnungen mit Balken, die vereinzelt über jeder Oeffnung liegen, oder Balken, die auf den Pfeilern mit einander verbunden sind, herzustellen wären, — man sich gleich anfänglich für das letzte Prinzip entschied, so entstand doch die Frage: wie groß der dadurch erreichte Vortheil anzuschlagen sein könne und in welcher Weise ein durchgehender Balken einen bedeutend größeren Widerstand leisten müsse. Gleichzeitig mit Adoptirung dieses Systems mußte — da es in die Augen fiel, daß die mittleren Oeffnungen einer mit einem ganz durchgehenden Balken überdeckten Brücke bei gleicher Weite der Oeffnungen mehr Tragkraft besitzen müßten, als die Oeffnungen an den Widerlagern, — die zweite Frage sich aufwerfen: wie viel weiter die mittleren Oeffnungen gemacht werden dürften, um dieselbe Tragkraft wie die übrigen zu besitzen. Daß hierdurch den Forderungen der Oekonomie in Bezug auf die Brückenträger, wie auf Verminderung der Anzahl Brückenpfeiler, zweckmäßig entsprochen werde, leuchtet ein.

In dem Folgenden ist es versucht, mit möglichster Umgehung komplicirter analytischer Ausdrücke, auf mehr praktische Weise die Aufgabe zu lösen, und da das Resultat von den bisher gebräuchlichen Konstruktionsweisen nicht sehr abweicht, so scheint die folgende einfache Methode Vertrauen zu verdienen; um so mehr dürfte hier die Rechnung angewendet werden können, als es sich nicht um absolute Zahlenwerthe, sondern nur um Vergleichungen handelt.

Wenn ferner auch auf einen Träger die Einwirkungen einer sich über denselben bewegenden Last andern als statischen Gesetzen folgen, so scheint dennoch für die Praxis die Annahme nicht gewagt zu sein, daß ein gegen ruhende Belastungen zweckmäßig unterstützter Balken im Widerstehen gegen jene bewegter Massen ebenfalls sich vortheilhaft erweisen werde. Vorausgesetzt ist, daß die obere und untere Begränzung des Trägers gerade seien, also von einem Körper von gleichem Widerstande von vorn herein abgesehen werden solle, da die theoretisch erforderliche Form derselben praktisch nicht ohne Weitläufigkeit und Schwierigkeiten auszuführen wäre.

Es mögen in Kürze zuerst die Sätze aus der Lehre von der Festigkeit elastischer Körper, die hier am meisten in Frage kommen, angeführt, und darauf kurze Ableitungen einiger nöthigen Formeln vorgenommen werden.

Zuerst leuchtet ein, daß ein gebogener prismatischer Körper an der Stelle zuerst brechen wird, wo er am meisten gebogen ist, oder an der Stelle, für welche der Krümmungshalbmesser ein Minimum ist.

Die Ursachen der Biegung des Körpers sind eine Belastung und sein Eigengewicht, und es kann in der Rechnung die eine gegen die andere oft vernachlässigt werden.

Die Belastung und das Eigengewicht eines Körpers (Brückenträgers) erzeugen Drücke auf die Stützpunkte (Pfeiler), und um die Rechnung führen zu können, denkt man diesen Drücken durch Kräfte das Gleichgewicht gehalten, welche die Wirkung der Stützpunkte ersetzen, also von unten nach oben wirkend in die Rechnung eingeführt werden.

Um weiter die Größe der Biegung, also auch den Krümmungshalbmesser und daraus die Widerstandsfähigkeit eines Balkens bei verschiedener Art der Unterstützung kennen zu lernen, wird es zweitens nöthig sein, die Größe des Druckes auf die Stützpunkte, der je nach der Anzahl derselben verschieden sein muß, zu ermitteln. Die Rechnungen hierfür sind weitläufig, weshalb bloß die Resultate angeführt werden mögen. Eben so ist die Größe der Durchbiegung in den verschiedenen Fällen ohne Rechnung angegeben.

Nach der Anzahl der Oeffnungen sind nun folgende Fälle zu betrachten:

1) Brücken mit einer Oeffnung.

Der Balken liegt an jeder Seite frei auf, und weil die Tangente im Scheitel horizontal ist, kann derselbe als in A (Fig. 1) festgehalten (eingemauert) und als an jedem Ende durch die Kraft q aufwärts gezogen betrachtet werden. Weil beide Hälften symmetrisch, ist nur die eine zu behandeln.

2) Brücken mit zwei Oeffnungen.

Der Balken wird für die eine Hälfte als in A (Fig. 2) befestigt und am Ende durch die Kraft q aufwärts gezogen betrachtet.

3) Brücken mit drei Oeffnungen.

Der Balken wird für die eine Hälfte, und nach einander als in A und in B (Fig. 3) festgehalten angenommen.

4) Brücken mit mehren Oeffnungen.

Hier kommen nur den vorigen ähnliche Betrachtungen und keine neue mehr vor.

Bei Betrachtung der Fig. 1 bis 3 ergibt sich, daß im ersten Falle die Rechnungen für einen an den beiden Enden aufliegenden Balken, im zweiten für einen am einen Ende aufliegenden, am andern festgemauerten Balken zu führen sein werden, und im dritten die Fälle eines am einen Ende festgehaltenen, am andern aufliegenden, und eines an beiden Enden festgehaltenen Balkens (für die mittlere Oeffnung) kombinirt vorkommen.

Bei Brücken mit mehren Oeffnungen werden sämmtliche Mittelträger sich in nahezu denselben Umständen befinden, und diese werden, je größer die Anzahl der Mittelträger überhaupt ist, als an beiden Enden eingemauerte Balken zu betrachten sein.

Wir können von diesem Gesichtspunkte aus vorläufig die Behauptung aufstellen:

Soll jedes Feld einer Balkenbrücke mit mehren Oeffnungen gleichen Widerstand leisten, so muß die lichte Weite des Brückenfeldes an den Landpfeilern kleiner als die der mittleren sein; denn ein belasteter am einen Ende eingemauerter Balken trägt bei gleicher Länge weniger als ein an beiden Enden eingemauerter bei übrigens gleicher Art der Belastung, was also noch zu beweisen wäre.

Wenn ein prismatischer Körper, wie in Fig. 4 angedeutet, gebogen wird, so dehnen sich die Fasern der oberen Seite aus und verlängern sich, während die der unteren Seite zusammengedrückt und verkürzt werden, und man muß bei dieser Voraussetzung gleichzeitig zugeben, daß an einer Stelle des Querschnittes eine sogenannte neutrale Faserschicht S S liege, die zwar bei der Biegung eine Ortsveränderung, aber weder Verkürzung noch Verlängerung erleidet, vorausgesetzt, daß nur die normal auf die Länge des Körpers gerichteten Kräfte Q in Frage kommen, die in der Richtung der Axe resultirenden Q_1 für unseren Fall der geringen Biegung wegen vernachlässigt werden. Da weiters die Annahme gilt, die Ausdehnung oder Zusammendrückung einer Faser sei der Größe der einwirkenden Kraft proportional, so kann man umgekehrt schließen:

Der Widerstand, den eine Faser des gebogenen Körpers leistet, verhält sich gerade wie die Größe der Ausdehnung und Verkürzung derselben.

Bei der Biegung wollen wir zuerst die Ausdehnung einer einzigen Faserschicht des Körpers betrachten, die an ihrem einen Ende festgehalten, am andern der Wirkung der normal auf die Axe gerichteten Kraft Q unterworfen ist. Die fragliche Faserschicht m n stehe um die Entfernung v von der neutralen Faserschicht ab, und es habe der früher vertikale Querschnitt D D, welcher um eine Längeneinheit von A B entfernt sei, durch die Biegung die Lage F G angenommen, so wird offenbar (die Längeneinheit sehr klein gedacht) C c gleich dem Krümmungshalbmesser ϱ für das Bogenstück $dc = 1$ der neutralen Faserschicht sein. Wenn wir nun ferner die Ausdehnung $= ab$, welche das Bogenstück $ma = 1$ der Faser mn durch die Biegung erlitten hat, δ und den Winkel $BCG = \varphi = \angle acb$ setzen, so haben wir

$$\delta = ab = bc \, . \sin \varphi,$$

und weil $bc = v$ gesetzt werden kann

$$\delta = v \, . \sin \varphi.$$

Da aber ferner

$$\sin \varphi = \frac{d\,e}{c\,C} = \frac{1}{\varrho},$$

ist endlich

$$1) \ \delta = \frac{v}{\varrho}, \text{ d. h.}$$

„Die Ausdehnung, welche eine Faser in der Längeneinheit erleidet, steht in geradem Verhältnisse mit ihrem Abstande von der neutralen Faserschicht und im umgekehrten Verhältnisse mit dem zugehörigen Krümmungshalbmesser; und dieser Satz ist einer der wichtigsten für die folgenden Betrachtungen.

Fig. 5 stelle den Querschnitt des obigen Balkens vor. Nehmen wir die neutrale Axe UW als Abscissen- und UY als Ordinatenaxe, bezeichnen ferner die Abscissen durch u und die Ordinaten durch v und machen der Einfachheit halber die Voraussetzung, beide Hälften seien symmetrisch.

Die neutrale Axe gehe durch den Schwerpunkt des Querschnittes, so haben wir für den Elementarquerschnitt einer Faser unter und über der neutralen Faserschicht

$$f = du . dv \text{ und } f = du . dv,$$

d. h. die Elementarfläche wird gefunden, wenn man das Differential der Breite mit dem Differential der Höhe multiplizirt.

Es ist aber nach unserer zu Grunde gelegten Annahme der Ausdruck für eine Kraft R, welche durch die Dehnung oder Zusammendrückung bei einem Körper vom Querschnitte A die Ausdehnung δ hervorbringt:

$$2) \ R = \delta . A . E.$$

Denn ist E die Kraft, welche einen Körper von der Einheit im Querschnitte um die Einheit der Länge ausdehnt (der sogenannte Elastizitäts-Modul), so findet die Proportion statt:

$$R : E = A . \delta : 1 \text{ oder}$$
$$R = \delta . A . E.$$

Folglich erhalten wir für den Widerstand der obigen in δ ausgedehnten Elementarquerschnitte, wenn wir diese in 2 für A substituiren und diesen Widerstand p nennen:

$$\text{oben } p = \delta . du . dv . E,$$
$$\text{unten } p = \delta . du . dv . E,$$

mithin ist der gesammte Widerstand des ganzen Querschnittes, diesen P gesetzt, gleich der Summe aller Elementarwiderstände oder

$$P = E \int du . dv . \delta.$$

Wir haben indessen schon in 1) einen andern Ausdruck für δ, als für die durch Biegung bewirkte Ausdehnung der Längeneinheit einer Faser bekommen, nämlich:

$$1) \ \delta = \frac{v}{\varrho},$$

und können also für δ diesen Werth in den für P gefundenen Werth substituirend setzen:

$$2) \ P = E \int \frac{v}{\varrho} du . dv$$

Für eine geringe Biegung des Körpers können wir ϱ als konstant betrachten und bekommen dann:

$$3) \ P = \frac{E}{\varrho} \int v . dv . du$$

Nehmen wir nun die Kraft Q als an einem Hebelarme L wirkend an, so sucht diese eine Drehung um den Punkt c in der neutralen Axe nach der Pfeilrichtung zu verursachen, deren Richtung die der Widerstände P und P, an dem Hebelarme v wirkend, gerade entgegengesetzt ist. Die Summe der Elementarwiderstände des Querschnittes muß aber für den Zustand des Gleichgewichtes, also wenn keine Biegung weiter eintreten soll, gleich dem statischen Momente der Kraft Q sein. Man hat also allgemein, wenn p den Widerstand eines Elementarquerschnittes und v den Abstand seiner Faser von der neutralen Axe bezeichnet:

$$\text{Summe } p\,(v) = \text{Summe } (pv) = Pv = QL.$$

Führen wir also in unsere Gleichung 3 den Hebelarm allgemein mit v ein, so erhalten wir:

$$Pv = \frac{E}{\varrho} \int v^2 . dv . du,$$

und für den Zustand des Gleichgewichts haben wir also die Momentengleichung:

$$4)\ QL = Pv = \frac{E}{\varrho}\left\{\int v^2 . dv . du\right\}.$$

Der Ausdruck in der Klammer, der ohne Angaben für die Grenzen des Integrals ganz allgemein gehalten ist, ist nichts Anderes, als das Trägheitsmoment der gesammten Querschnittsfläche auf die neutrale Axe bezogen, denn du.dv ist ein Element des Querschnittes, was mit dem Quadrate seiner Entfernung von der Drehaxe multiplizirt werden soll, und das Integralzeichen fordert die Summe aller dieser Produkte, die dem Trägheitsmomente des gesammten Querschnittes gleich ist.

Wir können also, wenn T das Trägheitsmoment der Fläche, bezogen auf die neutrale Faserschicht bezeichnet, für 4 setzen:

$$5)\ Q L = \frac{E}{\varrho} . T,$$

und wenn wir E T, das Produkt aus dem Elastizitätsmodul in das Trägheitsmoment, = M = dem sogenannten Elastizitätsmoment setzen, erhalten wir:

$$6)\ Q L = \frac{M}{\varrho},\ \text{d. h.:}$$

das statische Moment der auf Biegung wirkenden Kraft steht im geraden Verhältnisse mit dem Elastizitätsmoment und im umgekehrten mit dem Krümmungshalbmesser für den fraglichen Querschnitt; oder auch:

$$7)\ QL . \varrho = M,\ \text{d. h.:}$$

das Produkt aus einem beliebigen statischen Momente der Kraft in den zugehörigen Krümmungshalbmesser ist immer gleich dem konstanten Elastizitätsmoment.

Bestimmung der Krümmungshalbmesser und der Brechpunkte bei Balken, die auf zwei und mehren Stützen ruhen.

I. Balken auf 2 Stützen ruhend (Fig. 1).

Denken wir uns die Stützen SS entfernt, und, da auf jede das halbe Gewicht, des auf die Längeneinheit seiner ganzen Länge l mit dem Gewicht p gleichförmig belasteten Balkens kommt, statt jeder derselben die Kraft $q = \frac{p\,l}{2}$ aufwärts wirkend, so können wir nach dem Früheren den Balken als in A eingemauert ansehen und haben demnach bloß eine Hälfte desselben zu betrachten. Das Eigengewicht desselben denken wir uns in der gleichförmigen Belastung enthalten, und wir können solche für jedes zu betrachtende Stück als im Schwerpunkte desselben nach abwärts wirkend denken.

Betrachten wir jetzt einen beliebigen, um x vom Punkte A abstehenden, Querschnitt des Balkens und denken uns zu dem Ende die Länge x als völlig unbiegsam, so haben wir für das Moment der auf diesen Querschnitt einwirkenden Kräfte mit Bezug auf die Figur

$$q\left\{\frac{l}{2} - x\right\} - p\left\{\frac{l}{2} - x\right\}\frac{1}{2}\left\{\frac{l}{2} - x\right\},$$

und dieser Werth muß, nach Gleichung 6, $= \frac{M}{\varrho}$ sein, also reduzirt

$$\frac{M}{\varrho} = q\left\{\frac{l}{2} - x\right\} - \frac{p}{2}\left\{\frac{l}{2} - x\right\}^2,$$

und hieraus, wenn für q sein Werth $\frac{pl}{2}$ gesetzt wird,

$$\frac{M}{\varrho} = \frac{pl^2}{8} - \frac{px^2}{2},\ \text{oder}$$

$$\varrho = \frac{M}{\frac{pl^2}{8} - \frac{p\,x^2}{2}}.$$

Für $x = \frac{l}{2}$ wird $\varrho = \infty$, d. h. am Auflager des Balkens, ist derselbe gar nicht gebogen und für x = 0 wird der Nenner ein Maximum, also ϱ ein Minimum, nämlich

$$\varrho = \frac{8M}{pl^2},$$

d. h. in der Mitte findet die stärkste Biegung statt. Ein für allemal pl als die gesammte Belastung = Q gesetzt ist

$$8)\ \varrho = \frac{8M}{Ql}.$$

II. Balken auf 3 Stützen ruhend (Fig. 2).

Der Druck auf die äußersten Stützen ist

für jede . . . . $q = \frac{6}{16}$ pl,

für die mittlere . . . . . $q = \frac{20}{16}$ pl,

also zusammen = 2 pl.

Den Balken in A eingemauert angenommen, findet wieder die Momentengleichung statt unter der früheren Bezeichnung für einen um x von B abstehenden Querschnitt

$$\frac{M}{\varrho} = -\frac{p}{2}(l-x)^2 + q(l-x),$$

und für q seinen Werth substituirt und reduzirt

$$\varrho = \frac{2M}{-p(l-x)^2 + \frac{3}{4}pl(l-x)}.$$

Für x = 0, also den Punkt B, wird

$$9)\ \varrho = \frac{-2M}{\frac{1}{4}pl^2} = -\frac{8M}{Ql}$$

Das — Zeichen deutet an, daß ϱ auf der unteren Seite der Figur liegt, also die Biegung nach oben gerichtet ist.

Ueber der mittleren Stütze ist der Balken nach aufwärts und zwischen den Stützen nach abwärts gekrümmt. Es muß also eine Uebergangsstelle geben, wo gar keine Biegung statt findet, für welche also $\varrho = \infty$ ist. Um diese Stelle zu finden, ist der Werth von x zu suchen, der in dem Ausdrucke für ϱ den Nenner = 0 macht; also

$$-p(l-x)^2 + \frac{3}{4}pl(l-x) = 0$$

gesetzt, erhält man die Wurzeln $x = \frac{1}{4}$ und x = l, d. h. in der Entfernung $\frac{1}{4}$ l und l von B hat der Balken gar keinen Widerstand gegen Biegung zu leisten. (Vide Fig. 8.) *)

*) Auf dem Blatte 4 enthalten die Figuren 7, 8, 9 und 10 eine graphische Darstellung des Widerstandes gegen Bruch durch Biegung, welchen kontinuirliche über mehrere Stützen hinwegreichende Balken bei gleichförmig vertheilter Belastung zu leisten haben, den Widerstand eines einzeln liegenden Balkens in der Mitte durch 100 ausgedrückt. Der Druck auf dem Pfeiler ist in den Figuren durch ihre Breite linear ausgedrückt. Die mit o bezeichneten Stellen geben die Wendungspunkte der durch Biegung entstandenen Kurve an. Die Abscissen sind von der Mitte aus gezählt.

Um endlich zu finden, an welcher Stelle die größte Biegung statt findet, also ϱ ein Minimum oder der Nenner

$$-p\,(l-x)^2+\frac{3}{4}\,pl\,(l-x)$$

ein Maximum wird, haben wir, bekanntermaßen differentiirt und den Differential-Quotienten $=0$ gesetzt,

$$\frac{5}{4}l-2x=0,$$

und hieraus

$$10)\quad x=\frac{5}{8}\,l,$$

und diesen Werth in die Gleichung für ϱ gesetzt, erhalten wir

$$11)\quad \varrho=\frac{2M}{\frac{9}{64}pl^2}=\frac{128M}{Ql}$$

Aus dem Vorhergehenden ziehen wir nun folgende bemerkenswerthe Schlüße:

1. Die Spannung über dem Mittelpfeiler, oder das in Anspruch genommene Bruchmoment des dort befindlichen Querschnittes verhält sich zur größten Spannung zwischen B und C, wie umgekehrt die zugehörigen Krümmungshalbmesser, oder wie

$$\frac{128}{9}:8=100:57.$$ (Vide Fig. 7 u. 8.)

2. Die Spannung über dem Mittelpfeiler ist gleich der Spannung in der Mitte eines einzelnen Balkens, der eine Oeffnung von der Weite l überdeckt.

3. Der Bruch wird zuerst über dem Mittelpfeiler und darauf an einem Punkte der um $\frac{5}{8}\,l$ vom Mittelpfeiler absteht, erfolgen. (Vide Fig. 8.)

III. Balken auf 4 Stützen ruhend. (Fig. 3.)

Druck auf die Stützen wie in Fig. 3 angegeben, x von A aus gezählt. In derselben Weise, wie vorher, die Momente gebildet für eine Stelle, die um x von A absteht, ist

$$\varrho=\frac{M}{q_1\left\{\frac{l}{2}-x\right\}-\frac{p}{2}\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}^2+q\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}}$$

und für q_1 und q die Werthe der Fig. substituirt

$$\varrho=\frac{M}{\frac{11}{10}pl\left\{\frac{l}{2}-x\right\}-\frac{p}{2}\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}^2+\frac{2}{5}pl\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}};$$

für $x=0$, also für A, ist

$$12)\quad \varrho=\frac{40M}{Ql};$$

für $x=\frac{1}{2}\,l$, also für B, ist

$$13)\quad \varrho=-\frac{10M}{Ql}.$$

Um den kleinsten Halbmesser oder die größte Biegung zwischen B und D zu finden, haben wir, da hierfür q_1 nicht mehr einwirken kann,

$$\varrho=\frac{M}{-\frac{p}{2}\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}^2+\frac{2}{5}pl\left\{\frac{3}{2}l-x\right\}}$$

und den Werth von x gesucht, der ϱ zum Minimum, den Nenner also zum Maximum macht, also differentiirt u. s. w. erhält man

$$14)\quad x=\frac{11}{10}\,l,$$

und diesen Werth in vorstehende Gleichung für ϱ gesetzt, wird

$$15)\quad \varrho=\frac{M}{\frac{16}{200}pl^2}=\frac{25M}{2\,Ql}.$$

Der Balken wird also zuerst bei B, dann bei C um $\frac{11}{10}\,l$ von der Mitte brechen und erleidet die wenigste Spannung in der Mitte.

IV. Balken auf 5 Stützen ruhend. (Fig. 6).

Bezeichnung wie früher. Den Balken in A zuerst festgehalten gedacht ist

$$\varrho=\frac{M}{q_1\,(l-x)-\frac{p}{2}\,(2\,l-x)^2+q\,(2\,l-x)};$$

für q und q_1 die Werthe der Figur substituirt wird für $x=0$

$$16)\quad \varrho=-\frac{14M}{Ql}\ \text{für A.}$$

Für $x=\frac{13}{28}\,l$ ist der Nenner ein Maximum, also für die schwächste Stelle zwischen A und C diesen Werth von x substituirt

$$17)\quad \varrho=\frac{1568M}{57Ql}=\frac{27{,}5M}{Ql}\ \text{bei}\ B_1.$$

Für $x=\frac{1}{2}$ ist $\varrho=\frac{28M}{Ql}$ bei B.

Für $x=l$ ist $18)\quad \varrho=-\frac{9{,}3M}{Ql}$ bei C.

Für $x=\frac{2}{3}\,l$ ist $19)\quad \varrho=\frac{14\,M}{Ql}$ bei D.

Endlich für die schwächste Stelle zwischen C und E haben wir, da q_1 nicht mehr hierbei zur Wirkung kommt, in dem Ausdrucke

$$\varrho=\frac{M}{\frac{11}{28}\,(2\,l-x)-\frac{p}{2}\,(2\,l-x)^2}$$

den Nenner reduzirt, differentiirt u. s. w.

$$20)\quad x=\frac{45}{28}\,l,$$

und substituirt

$$21)\quad \varrho=\frac{1568M}{121\,Ql}=\frac{12{,}9M}{Ql}\ \text{für}\ D_1.$$

Die Stellen des Balkens, wo keine Biegung statt findet, werden auf dieselbe Weise wie früher zu 0,22 l, 0,84 l und 1,2 l von der Mitte aus gefunden.

Zur Erklärung der Figuren 7, 8, 9, 10, durch welche die Resultate der ad I., II., III. und IV. geführten Rechnungen graphisch dargestellt sind, kommen wir noch einmal auf Formel Nr. 6.

$$QL=\frac{M}{\varrho}$$

zurück, die in Worten heißt: die auf Biegung wirkende Kraft steht im geraden Verhältnisse mit dem Elastizitätsmoment, und im umgekehrten mit dem Krümmungshalbmesser. Für ein anderes Q_1, L_1, ϱ_1 und M_1 hätten wir $Q_1\,L_1=\frac{M_1}{\varrho_1}$, daher auch

$$QL:Q_1\,L_1=\frac{M}{\varrho}:\frac{M_1}{\varrho_1},$$

oder, da für Balken von gleichem Querschnitte M konstant ist,

$$QL : Q_1 L_1 = \frac{1}{\varrho} : \frac{1}{\varrho_1}, \text{ also}$$

$$22) \quad Q_1 L_1 = QL \frac{\varrho}{\varrho_1},$$

und setzen wir, da es sich nur um Vergleichung handelt, das statische Moment $Q\,L$ für den Punkt A, Fig. 1 $= 100$, und ϱ für denselben Punkt $= 8 \frac{M}{QL} = 8\ Z$ (Nr. 8.),

$\frac{M}{QL}$, zur Abkürzung $= Z$ bezeichnet,

so erhalten wir endlich

$$23) \quad Q_1 L_1 = 100 . \frac{\varrho}{\varrho_1} = \frac{800\,Z}{\varrho_1}.$$

Nach dieser Formel sind die in der graphischen Darstellung aufgetragenen Werthe berechnet, z. B. in Fig. 9 für die Mitte A war $\varrho = 40 . Z$ (Nr. 12), also

$$Q_1 L_1 = \frac{800 . Z}{40 . Z} = 20,$$

d. h. der Widerstand, den der Querschnitt bei A Fig. 9 gegen Bruch, bei gleicher Belastung auf die Längeneinheit des Balkens zu leisten hat, verhält sich zu dem in der Mitte des Balkens Fig. 7 bei A wie 20 : 100.

Da nun bei einem Balken von durchgehend gleicher Höhe das verwendete Material um so mehr zur Wirkung kommen wird, und um so weniger überflüssig angebracht ist, je weniger die Spannungen in den einzelnen Querschnitten von einander abweichen, oder je mehr sich die einzelnen Spannungen der größten nähern, so erklärt sich beim Ansehen der Figuren, wo die Größe der Spannungen oder der zu leistenden Widerstände in den verschiedenen Querschnitten als Ordinaten einer Kurve aufgetragen sind, hinreichend deutlich, daß bei, der Länge nach mehrere Stützpunkte übergreifenden, Balken dieser Forderung weit mehr Genüge geleistet ist, als es bei einzelnen über je zwei Stützen der Länge nach an einander gelegten der Fall wäre.

Durch die punktirte Linie in den Fig. 7, 8, 9, 10 ergibt sich auch nebenbei aus naheliegenden Gründen die Form, die ein auf verschiedene Anzahl Stützen gelegter Balken von gleichem Widerstande in seiner oberen Begränzung erhalten müßte; um indeß diese absolute Höhe der verschiedenen Querschnitte zu finden, sind weitere Rechnungen nöthig, die nicht hierher gehören.

Wir kommen jetzt zu dem zweiten Theile dieses Versuches, die zweckmäßige Entfernung der Pfeiler zu bestimmen. Es ist bekannt, daß die Widerstände zweier Balken von gleichem Querschnitte gegen Bruch, im geraden Verhältniß mit der Länge, auf welcher jeder frei liegt, stehen, und man kann umgekehrt schließen: die Länge, auf welche ein Balken frei gelegt werden kann, steht im geraden Verhältnisse mit dem von ihm geleisteten Widerstande, dabei immer den Widerstand an der schwächsten Stelle des Balkens, wo der kleinste Krümmungshalbmesser ist, gerechnet.

Es möge demnach untersucht werden, wie sich in den Fällen Fig. 11, 12, 13 die Tragvermögen dieser Balken verhalten; der Einfachheit wegen wollen wir eine Belastung in der Mitte der Länge annehmen und dann, wie oben angegeben, aus dem gefundenen Tragvermögen auf die zuläßige Weite schließen.

1) Eine Oeffnung mit 1 Balken von der Länge l überdeckt. Wir haben wie früher und mit Bezug auf Fig. 11 die statische Gleichung

$$\frac{M}{\varrho} = \frac{Q}{2}\left\{\frac{l}{2} - x\right\},$$

also

$$\varrho = \frac{M}{\frac{Q}{2}\left\{\frac{l}{2} - x\right\}},$$

und für $x = 0$

$$24) \quad \varrho = \frac{4M}{Ql},$$

als kleinsten Krümmungshalbmesser, größte Biegung, schwächste Stelle.

Um nun die Bruchfestigkeit zu untersuchen, haben wir den Ausdruck für eine Kraft R, welche durch Zug oder Druck bei einem Körper vom Querschnitte 1 die Ausdehnung δ hervorbringt, bereits in Nr. 2 entwickelt und gefunden

$$R = E\delta;$$

ferner unter Nr. 1 den Ausdruck

$$\delta = \frac{v}{\varrho},$$

worin ϱ den Krümmungshalbmesser und v den Abstand der von der neutralen Axe am meisten entfernten Faserschicht bedeuten. In die Gleichung für δ den unter Nr. 24 für ϱ gefundenen Werth substituirt wird

$$\delta = \frac{v}{\varrho} = \frac{v}{4\frac{M}{Ql}} = \frac{vQl}{4M};$$

aber auch $R = E\delta$, und hierin den eben gefundenen Werth für δ substituirt

$$R = \frac{Ev\,Ql}{4M};$$

ferner weil $M = ET$, das Produkt aus dem Elastizitätsmodul in das Trägheitsmoment (Nr. 5 rc.)

$$R = \frac{vQl}{4T},$$

und endlich hieraus

$$25) \quad Q = \frac{4R}{vl} T^*.$$

2) 2 Oeffnungen mit 1 Balken von der Länge 2 l überdeckt. (Fig. 12.) Es ist wieder

$$\frac{M}{\varrho} = -Q\left\{\frac{l}{2} - x\right\} + \frac{5}{16}\,Q\,(l - x),$$

$$\text{also } \varrho = \frac{M}{-Q\left\{\frac{l}{2} - x\right\} + \frac{5}{16}\,Q\,(l - x)},$$

und für $x = 0$, am Punkte A,

$$26) \quad \varrho = -\frac{16\,M}{3\,Ql};$$

für $x = \frac{l}{2}$, am Punkte B,

$$27) \quad \varrho = \frac{32\,M}{5\,Ql}.$$

Wie oben finden wir für den Punkt A

$$28) \quad Q = \frac{16R}{3\,vl} \cdot T = 5\,\frac{1}{3}\,\frac{RT^*}{vl},$$

und für den Punkt B

$$29) \quad Q = \frac{32}{5}\frac{R}{vl} \cdot T = 6{,}4\,\frac{RT}{vl}.$$

3) Drei Oeffnungen mit einem Balken von der Länge 3 l überdeckt. Wir haben wieder mit Bezug auf die Fig. 13

$$\frac{M}{\rho} = q_1\left\{\frac{l}{2} - x\right\} - Q\,(l - x) + q\left\{\frac{3}{2}l - x\right\},$$

* *

hieraus $\varrho = \frac{M}{\frac{23}{20} Q \left\{\frac{1}{2} - x\right\} - Q(1-x) + \frac{7}{20} Q \left\{\frac{3}{2} 1 - x\right\}}$;

für $x = 0$, für den Punkt A

$$30) \quad \varrho = \frac{10\,M}{Ql};$$

für $x = \frac{1}{2}$, für den Punkt B,

$$31) \quad \varrho = \frac{40 M}{6 Ql} = \frac{6{,}6\,M}{Ql},$$

und endlich für den Punkt C die Gleichung

$$\frac{M}{\varrho} = q \left\{\frac{3}{2} 1 - x\right\}$$

also für $x = 1$

$$32) \quad \varrho = \frac{M}{\frac{7}{20} Q \frac{1}{2}} = 5{,}7 \frac{M^*}{Ql}.$$

Hieraus finden wir wieder für die verschiedenen Stellen wie oben das den Bruch erzeugende Gewicht:

$$33) \quad Q = \frac{40}{4} \frac{RT}{vl} = \frac{10\,RT}{vl}, \text{ Mitte des Balkens (A)}$$

$$34) \quad Q = \frac{40}{6} \frac{RT}{vl} = \frac{6{,}6 RT}{vl}, \text{ über dem Pfeiler (B)}$$

$$35) \quad Q = \frac{40}{7} \frac{RT}{vl} = 5{,}7 \frac{RT^*}{vl}, \text{ Mitte des Außenfeldes (C).}$$

Die mit einem Stern in den drei verschiedenen Fällen bezeichneten Werthe gelten für die Stellen, wo zuerst der Bruch eintritt, und vergleichen wir diese, so erhalten wir

$$Q_1 : Q_2 : Q_3 = 4 : \frac{32}{6} : \frac{40}{7} = 3 : 4 : 4\frac{2}{7},$$

d. h. die Tragfähigkeit eines jeden Balkens von der Länge C verhält sich in diesen drei Fällen wie

$$3 : 4 : 4\frac{2}{7},$$

und daher, wenn mit einem Balken von der Länge l die Weite 3 überdeckt werden kann, so kann mit einem Balken von der Länge 2 l mit jedem l die Oeffnung 4 überdeckt, und mit einem Balken von der Länge 3 l, mit jedem l die Oeffnung $4\frac{2}{7}$ überdeckt werden, und sämmtliche Balken leisten dann gleichen Widerstand gegen den Bruch.

Betrachten wir indeß noch einmal den letzten Fall von 3 Oeffnungen, so sehen wir, daß die schwächste Stelle zwar in jeder der Seitenöffnungen, in der Mittelöffnung aber die schwächste Stelle bei B ist und sich die Tragfähigkeit des Balkens von 3.l über der Mittelöffnung zu der eines einzelnen Balkens von der Länge C verhält wie

$$36) \quad 6.6 \frac{RT}{vl} : 4 \frac{RT}{vl} = \text{nahe } 5 : 3.$$

Wir können demnach ohne großen Fehler den Fall 2 und 3 kombiniren und in 3 der äußeren Oeffnung die Weite 4, der mittleren aber die Weite 5 geben und erhalten so folgende 3 Fälle als zulässig und als Resultat:

Eine Oeffnung	. . . . Weite	3.
Zwei Oeffnungen, jede	. . . . „	4.
Drei Oeffnungen, die äußeren	. . . . „	4,
die mittlere	. . . . „	5.
Mehre Oeffnungen, die äußeren	. . . . . . „	4,
alle übrigen	. . . . „	5.

Dieß vierte Verhältniß bei Brücken mit mehren Oeffnungen ist zwar, genau genommen, nicht gleich 5; für die Praxis aber dürfte 5 für die übrigen Oeffnungen genau genug adoptirt werden.

Für eine Brücke von 130 Fuß Weite also, mit drei Oeffnungen, bekämen die äußeren jede 40 Fuß, die mittlere 50 Fuß Weite, und der Querschnitt des Balkens würde für eine einfache Weite von 30 Fuß zu berechnen sein. Die Berechnung für die zu erbauenden Brücken der Hannoverschen Eisenbahnen ist denn auch nach diesem Verhältnisse geschehen.

Vergleichen wir mit dem hier Gefundenen, was Ghega in seinem Nordamerikanischen Brückenbau über die Träger und Pfeiler bei hölzernen Gitterbrücken anführt pag. 90 ff.:

„Der statische Grund des Unterschiedes in der relativen Festigkeit der Träger liegt in dem Umstande, daß, bei Brücken mit einer einzigen Oeffnung, der Träger in der Lage eines an beiden Enden aufliegenden Balkens sich befindet, während bei Brücken mit mehr als einer Oeffnung für jene an die Landpfeiler anstoßenden Brückenfelder der Träger in den Fall eines nur am einen Ende aufliegenden, an dem andern Ende aber befestigten Balkens tritt; bei mittleren Brückenöffnungen hingegen der vermeinte Balken als an beiden Enden befestig zu betrachten ist."

„Navier, gemäß seiner Theorie, behauptet, daß das Tragvermögen eines in den so eben betrachteten drei Fällen befindlichen Balken sich wie 3:4:6 verhalte, wogegen Barlow, nur den ersten und letzten Fall berücksichtigend, gestützt auf Resultate der Erfahrung, das Verhältniß des Tragvermögens für diese zwei Fälle von 2:3 annimmt.

„Oberst Long gibt in seiner „Description of bridges together with a series of directions to bridge builders" zwar keine theoretische Berechnungen zu seinen „sundry improvements in the construction of frame bridges," untersucht aber den Fall von Brücken mit einer einzigen Oeffnung und mit zwei und mit mehren Oeffnungen, bei Berücksichtigung der Ausdehnung und Zusammendrückung, welche abwechselnd die unteren und oberen Fasern des ununterbrochenen Balkens, d. i. des Trägers, erleiden, und unterscheidet den Widerstand des Trägers bei Brücken mit einer einzigen Oeffnung, von jenen bei Brücken mit mehr als einer Oeffnung, indem er Ersteres „Single action," Letzteres aber „Double action" nennt und glaubt, daß das Tragvermögen in den drei vorkommenden Fällen und bei übrigens gleichen Umständen dadurch ausgeglichen werden könne, wenn die Größe der lichten Weite für das Brückenfeld bei Brücken mit einer einzigen Oeffnung, für beide Brückenfelder zunächst der zwei Landpfeiler bei Brücken mit zwei Oeffnungen und darüber, und für sämmtliche mittleren Brückenfelder bei Brücken mit mehr als zwei Oeffnungen, in dem Verhältnisse wie 4:6:8 angenommen wird."

„Wiewohl diese Annahme näher an die Theorie Navier's, als an jene Barlow's kommt, so glaube ich (Ghega), daß der größeren Sicherheit halber die Resultate der Theorie Navier's bloß für die zwei ersten Fälle, d. i. für Brücken mit einer einzigen und mit zwei Oeffnungen, anzunehmen seien; für den dritten Fall, und zwar für die mittleren Felder bei Brücken mit mehr als zwei Oeffnungen, ohngefähr das Verhältniß von Barlow vorzuziehen ist, somit die Größe der Brückenöffnungen unter einander in dem Verhältnisse wie

6 : 8 : 10

angenommen werden soll, zumal die Resultate der Theorie Navier's über ununterbrochene Balken, die an mehr als drei Punkten unterstützt sind, rücksichtlich der mittleren Oeffnungen mit der Theorie des an beiden Enden befestigten Balkens nicht so genau übereinstimmt, wie dieß bei jenen nur an drei Punkten unterstützten Balken der Fall ist.“

So weit Ghega. Wir sehen, daß seine Vorschläge mit dem im Vorigen Entwickelten geradezu übereinstimmen; doch da die Vorschläge Long's, wenngleich die Gründe für sie sehr unbestimmt genannt werden können, als die eines kompetenten Praktikers Berücksichtigung verdienen, so möge vor dem Resumé noch untersucht werden, unter welchen Bedingungen das Verhältniß 4 : 6 : 8 zulässig.

Mit Bezug auf Fig. 11 und auf Gleichung Nr. 25 sehen wir, daß wenn der Widerstand in A gleich 4 ist, der im Falle Fig. 12 bei A, statt 6 sein zu sollen, nur $5\frac{1}{3}$ beträgt. Das Trägheitsmoment des Querschnittes bei A in Fig. 12 muß also entsprechend vergrößert werden. Nennen wir T das Trägheitsmoment des Balkens und T_1 das hier gesuchte, so findet die Proportion statt:

$$4\frac{RT}{vl} : 4 = 5\frac{1}{3}\,\frac{RT_1}{vl} : 6.$$

Wir können aber genau genug R, l und v als konstant ansehen und erhalten:

$$37)\quad 4\,T : 4 = 5\frac{1}{3}\,T_1 : 6.$$

Ferner ist zwar das Trägheitsmoment der Ausdruck für die Summe der Produkte der einzelnen Elementarflächen multiplizirt mit dem Quadrate ihres Abstandes von der neutralen Faserschicht; indeß, da wir den Widerstand der Tragwände (Blech oder Gitter) vernachlässigen und die Höhe des oberen sogenannten Stemmeisens und unteren Zugeisens a (vide Fig. 14) zur halben Höhe $\frac{h}{2}$ des Trägers nur gering ist, können wir hinreichend genau das Trägheitsmoment durch $a\,b\,.\left\{\frac{h}{2}\right\}^2$ ausdrücken, und erhalten, wenn b oder die Breite des Stemmeisens konstant sein und nur a sich ändern soll, aus der letzten Gleichung Nr. 37 nun:

$$4\,a\,b\,.\left\{\frac{h}{2}\right\}^2 : 4 = 5\frac{1}{3}\,a_1\,b\,.\left\{\frac{h}{2}\right\}^2 : 6 \text{ oder}$$

$$4\,a : 4 = 5\frac{1}{3}\,a_1 : 6, \text{ und hieraus}$$

$$a_1 = \frac{24\,a}{21\frac{1}{3}} = 1{,}13 . a,$$

d. h.: um, wenn mit einem Träger die Oeffnung 4 überspannt wurde, mit jedem von zwei verbundenen von gleichem Querschnitte die Oeffnung 6 überspannen zu können, ist es nöthig, die Höhe des Querschnitts über dem Mittelpfeiler zu vergrößern, und zwar um 1,13 a, wofür 1,5 a gesetzt werden möge.

Dieß Resultat stimmt mit der Erfahrung, denn die Long'schen Brücken erhalten über den Pfeilern eine wesentliche Verstärkung durch starke Sattelhölzer und Streben.

Eben so erhalten wir für den dritten Fall Fig. 13, für den Punkt C:

$$4\,a : 4 = 5{,}7\,a_1 : 6 \text{ oder}$$

$$a_1 = 1{,}1\,a.$$

Endlich für den Punkt B derselben Figur:

$$4\,a : = 6{,}6\,a_1 : 8 \text{ oder}$$

$$a_1 : = 1{,}3\,a.$$

Sollen also im dritten Falle die Oeffnungen 6 und 8 überspannt werden, so muß der Querschnitt jedes, des oberen und unteren Stemmeisens, der für einen die Oeffnung 4 überdeckenden Balken berechnet wurde, vergrößert werden, und zwar über dem Pfeiler um 0,3 der Höhe und in der Mitte des Außenfeldes um 0,1 derselben.

Die Verstärkung dieser Querschnitte aber, muß zu beiden Seiten der Länge nach verlaufen, braucht indessen nur auf eine kurze Ausdehnung angebracht zu sein, da die zu leistenden Widerstände nach den Punkten hin, wo die Biegung wendet, schnell abnehmen.

Folgt hier eine Zusammenstellung der von verschiedenen Ingenieuren angenommenen Verhältnisse, verglichen mit den hier gefundenen.

Ghega:	3 : 4 : 5	= 3 : 4 : 5
Egen:	2 : $2\frac{3}{4}$: $3\frac{1}{2}$	= 3 : $4\frac{1}{8}$: $5\frac{1}{4}$
Navier:	3 : 4 : 6	= 3 : 4 : 6
Barlow:	2 : $2\frac{1}{2}$: 3	= 3 : $3\frac{4}{5}$: $4\frac{1}{2}$
Long:	2 : 3 : 4	= 3 : $4\frac{1}{2}$: 6
	Mittel	3 : 4,078 : 5,318

Aus allem Vorhergegangenen dürfte nun für die Praxis folgendes Resumé zu ziehen sein:

1) Daß zusammenhängende oder verbundene Balken stärker als einzeln liegende sind, bei gleicher Spannweite.

2) Daß die Entfernung der Landpfeiler von einem der Mittelpfeiler kleiner als die der Mittelpfeiler unter sich sein müsse.

3) Daß das Verhältniß der Brückenöffnungen von 3 : 4 : 5 bei Brücken mit einer zu Brücken mit zweien und mehren Oeffnungen das rationellste ist.

4) Daß das Verhältniß der Weiten nach Long von 4 : 6 : 8 eine kleine Verstärkung des Querschnittes der Tragwände über den Pfeilern nöthig macht.

5) Daß dabei die Querschnitte der Tragwände in der Mitte der Oeffnung um etwas weniger verstärkt werden müssen.

6) Daß solche Verstärkungen bei verhältnißmäßig geringem Verbrauch an Material den Widerstand gegen Biegung resp. Bruch in verhältnißmäßig großem Maßstabe wachsen lassen.

7) Daß daher dieß Verhältniß unter Umständen dem von 3 : 4 : 5 vorzuziehen sein könne.

8) Daß über den Pfeilern bis zu dem Punkte, wo die Biegung wendet, die obere Tragwand, und in der Mitte bis zum nächsten Punkte, wo die Biegung wendet, die untere Tragwand ausgedehnt wird, worauf bei der Konstruktion der Träger, bei Anbringung der Laschen zur Verbindung der Platten Rücksicht zu nehmen ist, und endlich ist noch zu bemerken, daß

9) die Durchbiegung bei einem kontinuirlichen Balken in der Mitte jeder Länge l bis zu $\frac{1}{4}$ der eines aufliegenden Balkens der Länge l abnehmen könne, und zwar diesem Verhältnisse um so näher, je größer die Anzahl Mittelpfeiler.

Hiermit möge der in der Ueberschrift angedeutete Versuch erledigt sein. Ausführliches in theoretischer und praktischer Hinsicht über eiserne Brücken findet sich in: „The Britannia and Conway tubular Bridges by E. Clark“ ferner in „the Civil Eng. and Arch. Journal“ von 1850, und in Thomas Tate: „Ueber die Festigkeit eiserner Balken und Träger,“ übersetzt von v. Weber.

Schließlich stehe hier noch die Berechnung des Querschnittes eines eisernen Brückenträgers für eine Eisenbahnbrücke auf eine zwar nicht vollkommene, aber möglichst einfache Formel für Praktiker zurückgeführt.

Es sei demnach eine Brücke von 130 Fuß mit 3 Oeffnungen zu überbrücken, so werden nach dem Obigen die Widerlagsöffnungen jede 40 Fuß und die Mittelöffnung wird 50 Fuß Weite bekommen. Da aber der Balken über die Widerlagsöffnung gleiche Tragkraft mit einem über eine 30 Fuß weite Oeffnung isolirt gelegten Balken besitzen soll, so ist für 30 Fuß Weite der Querschnitt zu berechnen. Vorher sind folgende Annahmen gemacht:

1) Die Tragfähigkeit der vertikalen Blechwände (Fig. 14) wird vernachlässigt.

2) Die gleichmäßig vertheilte Belastung auf dem Träger zu 3000 Pfd. pr. lfd. Fuß oder zu 250 Pfd. pr. lfd. Zoll gerechnet, das Eigengewicht damit inbegriffen.

3) Die Tragkraft des Schmiedeisens zu 30000 Pfd. pr. Quadratzoll gerechnet und sechsfache Sicherheit, also 5000 Pfd. in die Rechnung eingeführt.

4) Die neutrale Faserschicht in der halben Höhe des Trägers angenommen, und

5) die Höhe des Trägers zu $\frac{1}{10}$ der Weite der Oeffnung gerechnet.

Denkt man sich, da die Höhe des oberen und unteren Stemmeisens gegen die ganze Höhe des Balkens sehr gering ist, den Widerstand in jeder Einheit der Fläche des Stemmeisens gleichförmig (während derselbe eigentlich mit der Entfernung von der neutralen Axe gleichmäßig wächst), so kann man einfach bloß statische Momente einführen und die verschiedenen Kräfte und Widerstände, als in den in Fig. 15 angegebenen Pfeilrichtungen Drehungen zu bewirken strebend, sich vorstellen.

Auf der ganzen Länge des Balkens ist das Gewicht 250 l (wenn l, oder die Weite, in Zollen ausgedrückt) verbreitet; auf jedes Widerlager kommt die Hälfte dieser Belastung, also 125 l, und einen gleichen Gegendruck in der Pfeilrichtung statt der Stütze eingeführt und berücksichtigt, daß das gleichmäßig auf der halben Länge vertheilte Gewicht an dem Hebelarm $\frac{l}{4}$, wie in Fig. 15 angegeben, wirkt, haben wir, wenn p den Coefficienten für die Festigkeit des Eisens pro Quadratzoll bezeichnet und $A = ab$ der Querschnitt des oberen oder unteren Stemmeisens und der beiden Winkeleisen ist, die Momentengleichung

$$pA \cdot \frac{h}{2} + pA\frac{h}{2} = 125\, l \cdot \frac{l}{2} - 125\, l \cdot \frac{l}{4} \text{ oder}$$

$$pAh = \frac{125\, l^2}{4},$$

aber $h = \frac{1}{10}\, l$ gesetzt nach der Voraussetzung, so ist

$$\tfrac{4}{10}\, pAl = 125\, l^2,$$

$$\text{und } p = 5000 \text{ Pfd.}$$

$$2000\, A = 125\, l, \text{ und hieraus}$$

$$A = \tfrac{1}{16}\, l,$$

oder, wenn l in Fußen ausgedrückt ist,

$$A = \tfrac{12}{16}\, l = \tfrac{3}{4}\, l,$$

also beide Querschnitte des Trägers $2A = 1\tfrac{1}{2}\, l$, das heißt: der Gesammtquerschnitt des (oder der) Brückenträgers, in Quadratzollen ausgedrückt, wird erhalten, wenn man die Weite der Oeffnung in Fußen mit $1\tfrac{1}{2}$ multiplizirt.

Sind wie gewöhnlich 2 oder mehrere Träger da, so vertheilt sich der Querschnitt gleichmäßig auf sämmtliche.

Für unsern Fall bekämen also die beiden Träger Fig. 14 einen Gesammtquerschnitt von $30 \times 1\tfrac{1}{2} = 45$ Quadratzoll, also jedes obere oder untere Stemmeisen mit den zwei Winkeleisen $\frac{45}{4} = 11{,}25$ Quadratzoll, wornach bei gegebener Stärke a des Stemmeisens nur nach Abzug des Querschnittes der Winkeleisen sich die Breite des Stemmeisens leicht finden läßt. Hier sind die Winkeleisen 3 und $\tfrac{7}{16}$ Zoll, mithin der Querschnitt zweier $= 4{,}8$ Quadratzolle, also bei der Dicke von 1 Zoll, die Breite des Stemmeisens $\frac{11{,}25 - 4{,}8}{1} = 6{,}45$ Zolle, wobei für Nieten Nichts mehr zuzugeben ist. Die Stärke der vertikalen Tragwand ist bis zu 100 Fuß Weite zu $\tfrac{3}{8}$ Zoll anzunehmen, darüber zu $\tfrac{1}{2}$ Zoll.

Diese einfache Formel stimmt mit der bei den Hannoverschen Eisenbahnen auf wissenschaftlichere Weise berechneten Tabelle genau genug überein. Für eine Brücke von 30 Fuß Oeffnung findet sich darin angegeben: Breite des Stemmeisens $5{,}066$ Zoll, Dicke 1″, Winkeleisen 3″ und $\tfrac{7}{16}$ Zoll. Darnach ist der Querschnitt eines Stemmeisens und zweier Winkeleisen nahe genug $5{,}066 \cdot 1 + 2\,(\tfrac{50}{16} \cdot \tfrac{7}{16}) = 10{,}766$ Zoll, wozu noch der Querschnitt der nöthigen Nieten hinzuzufügen ist.

(Notiz-Blatt des Arch. u. Ing. Vereins für Hannover B. I Hft. 2).

Die Resultate dieser theoretischen Untersuchung lassen sich vollkommen in die Ausführung nur bei solchen Trägern übertragen, die aus einer in allen Punkten homogenen Materie in einer zum Ueberspannen mehrerer Stützen nöthigen Länge angefertigt werden, oder die, wenn auch aus mehreren einzelnen Stücken von beschränkter Länge zusammengesetzt, durch künstliche Verbindung die Eigenschaft erhalten, als homogene kontinuirliche Körper angesehen werden zu können, wie z. B. Holz, Blechkonstruktionen u. s. w.

Bei längern Holzbrücken, wo die einzelnen Brückenöffnungen mit einfach überlegten Ennsbäumen versehen werden, ist diese Bedingniß nicht zu erfüllen und daher auch die nachgewiesenen Vortheile nicht erreichbar; allein man kann auch hierbei Einiges nach diesen Grundsätzen zur Verstärkung der Brücke thun. Gewöhnlich benützt man bei solchen Brücken die Geländer zur Erhöhung der Tragfähigkeit indem man diese aus 3 starken, besser aber aus 4, selbst schwächern, über einander gelegten, am besten unbezimmert*) gelassenen, Bäumen bestehen läßt, von welchen man, für den letztern Fall, je 2 unmittelbar über einander legt, zwischen die beiden Paare aber Spannklötze einlegt und diese so gebildete Holzwand nach ihrer Höhe mit Hängeisen gleichsam zu Einem Ganzen verbindet. Es sollte bei dieser Zusammenstellung der Geländer — die immer mit den äußern Ennsbäumen unmittelbar, mit den innern aber mittelst, durch Hängeisen in Verbindung gebrachten, Unterzügen verbunden werden — nie übersehen werden, in jedem Paare die sich berührenden Geländerbäume unter sich, und die beiden Baumpaare oder Geländerrippen mit den zur Bildung eines Abstandes eingelegten Spannklötzen durch die Anwendung der bekannten Spannkeile der Länge nach gegen einander unverschiebbar zu machen; was aber in der Regel nicht geschieht.

Bei Gelegenheit, als im Jahre 1850 ein Projekt für eine in Lippa (temescher Banat) zu erbauende Jochbrücke über die Maros zu verfassen war, wurden dieser des reißenden Flusses bei Hochwässern und einer auf diesem Flusse sehr gefährdeten Schiffahrt wegen Brückenfelder mit der Länge von 10 W. Klafter gegeben und letztere durch Anordnung der eben beschriebenen Geländer verstärkt.

Doch dieß war nicht die alleinige Vorkehrung um derentwillen dieses Brückenbaues hier gedacht wird, obgleich die Tragfähigkeit dieser Brücke um jene der Geländer erhöhet wurde, und diese Erhöhung durch die Anwendung der Spannkeile in einem sich der Zahl $(4D + a)^2$ nähernden Verhältnisse Statt fand, wenn D der Durchmesser jedes Geländerbaumes und a der Höhenabstand beider Geländerrippen ist, während bei der gewöhnlichen Vernachlässigung der Spannkeile diese Vermehrung in der Tragfähigkeit nur in einem höchstens nicht viel über die Zahl $4\,D^2$ reichenden Verhältnisse erfolgt wäre. Bei Betrachtung des Widerstandes gegen Biegung kämen in den Verhältnißzahlen statt der 2ten die 3ten Potenzen vor.

In beiden diesen letzterwähnten Fällen wird aber durch solche Träger jedes Brückenfeld nur allein für und durch sich verstärkt, und die anstoßenden Brückenfelder können zur Verstärkung Nichts, oder nur wenig und unsicher übertragen, wenn die einzelnen Träger, wie es zu geschehen pflegt, an ihren Anstoßflächen mittelst Klammern verbunden werden.

Bei diesem eben angeführten Brückenbaue hat Referent jedoch, was bisher nicht gewöhnlich und angewendet war, die untere Geländerrippe, mit ihren Enden über den Jochen liegend, die obere Geländerrippe da-

*) Immer wird es übrigens nothwendig, die gegen einander, d. i. das Wipfelende des Einen mit dem Wurzelende des Andern zusammenfallend, gelegten Baumstämme und die übrigen Holztheile zur Aufnahme der Hängeisen und der genaueren Berührung der Auflageflächen wegen theilweise abzurichten.

gegen, mit den Enden über der Längenmitte zweier benachbarten Brückenfelder, ihre zusammenhängende Mitte aber über dem Joche aufruhend, verwendet; wodurch die sämmtlichen Geländer nach der ganzen Brückenlänge gleichsam zu homogenen kontinuirlichen Trägern wurden, und auf diese Art jedes Brückenfeld durch die beiden benachbarten verstärkt wurde. Die Stoßfugen des obern Paares wurden zur genauen Verkeilung beantragt, wozu vorzüglich eingelegte sanft keilförmige, gegen einander getriebene Metallplatten sich empfehlen. Die äußersten an den beiderseitig dem Ufer zunächst liegenden obern Geländerrippen können mit der halben Länge, wo es die Oertlichkeit gestattet, in das Land reichen und in der Erde gehörig verankert werden; oder es ist eine andere entsprechende Vorkehrung damit zu treffen. Bei dieser Anordnung erreicht die Verstärkung gegen die obere Zahl $(4\,D + a)^2$ ein überwiegendes Verhältniß.

Wenn derlei Jochbrücken größerer Stabilität wegen zur Aufnahme der Ennsbäume über den Mitteljochen mit Sätteln versehen werden, so geben diese Gelegenheit, die Ennsbäume mittelst Spannkeilen von Unten und mittelst eiserner breiter Schienen und Schrauben von Oben der Länge nach zu kontinuirlichen Trägern zu bilden, und die Tragfähigkeit, so wie den Widerstand gegen Biegung, mit verhältnißmäßig geringen Kosten erheblich zu erhöhen. D. Red.

Einiges über Wetterführung

(Zubringung frischer und Wegschaffung schlechter Luft) in den Steinkohlengruben.

Von **Math. Reinscher.**

(Fortsetzung von Nr. 1).

Alle diese Veranlassungen zur Entwicklung solcher dem organischen Leben schädlichen Stoffe, müssen vor Allem möglichst genau erhoben und überrechnet werden, bevor man irgend eine Anordnung zu ihrer kontinuirlichen Wegbringung treffen kann.

Diese Gase theilen sich weiter in zwei Hauptklassen, sie sind entweder spezifisch schwerer oder spezifisch leichter als die atmosphärische Luft, und diese Eigenschaft bedingt die Art ihrer Wegschaffung.

Weil aber die Entwickelung dieser schädlichen Luftstoffe in einer Grube beständig, wenn auch in veränderlicher Menge, vor sich geht, so wird eine Grube eigentlich niemals mit ganz reiner dem Organismus des Menschen zusagender Luft gefüllt sein, und es zwingt uns dieser Umstand zur Untersuchung: bis zu welchem Grade die Grubenluft mit solchen schlechten Luftarten gemengt sein dürfe, ohne dem Menschenleben empfindlich schädlich zu werden. Hierüber fehlen uns völlig zuverlässige Erfahrungen, und es wird dadurch eine gehörige vollkommene Wetterführung für eine Grube zu jenen Zweigen des Bergbaues erhoben, welche sehr ausgebreitete Kenntnisse in Physik, Chemie, und Mechanik voraussetzen; und dieser Gegenstand sollte keineswegs so leicht genommen werden, wie er bisher — selbst in England — genommen wurde.

Die Quantitäten der in einer Grube sich entwickelnden schlechten Wetter, und der Rauminhalt der zu ventilirenden Baue, werden uns die Masse der Luft und Gase, sowohl dem Gewichte, als auch dem Volumen nach bei verschiedenen Temperaturen ziemlich genau berechnen lassen — und uns angeben, welche Luftmassen durch irgend welche Einrichtungen in Bewegung gesetzt werden, und mit welcher Geschwindigkeit diese Bewegung wird erfolgen müssen, um, durch gegebene oder erst herzustellende Oeffnungen, die schädlichen Wetter aus dem Baue wegzubringen.

Bei genauer Betrachtung des fraglichen Gegenstandes, wie unläugbar hervorgehet, wird sich für die Wetterführung in den meisten Gruben ein den Anforderungen entsprechender Kalkül dennoch mit vieler Verläßlichkeit anlegen lassen, und man nicht mehr genöthigt sein, derlei Anlagen nur einem Gerathewohl zu überlassen, wie es leider bisher — man möge sich dagegen äußern wie man wolle — überall ohne Ausnahme geschah; und wenn eine Grube immer gute Wetter hatte, so hatte gewiß der Leiter des Grubenbaues die wenigsten Verdienste darum, sondern nur sehr günstige Lokalverhältnisse waren Ursache derselben.

Kennen wir einmal die nach der vorhergehend angedeuteten Art ermittelte Menge und Beschaffenheit der wegzuschaffenden Wetter, so wird sich auch die zur Wegschaffung nöthige mechanische Kraft bestimmen lassen; indem die zu lösende Aufgabe (die ganze Luftmassa einer Grube nach irgend einer Richtung in Bewegung zu setzen, zu erhalten und ihr zugleich die durch die Größe der Ausströmungsöffnungen bedingte Geschwindigkeit beizubringen) erkannt ist. Diese Kraft wird aber im Allgemeinen in zwei wesentlichen Beziehungen eine Erforschung erheischen, und zwar 1. die Ermittelung jenes Theiles der Kraft welcher der aus der Grube zu schaffenden Luftmasse, und der dafür in die Grube zum Ersatz zu bringenden Luft die nöthige Geschwindigkeit zu ertheilen vermag, und 2. die Bestimmung jenes nöthigen Krafttheils, welchen die bewegten Luftmassen benöthigen, um die Hindernisse zu überwinden, die sie auf ihrem Wege durch die Grubenräume an den Wänden und in den verschiedenen Durchflußöffnungen erleiden.

Der erste Theil ist nach den dynamischen Gesetzen den Geschwindigkeitshöhen, oder den Quadraten der Geschwindigkeit proportional, und seine Berechnung unterliegt für gegebene Fälle keinem Anstande; der 2te Theil dagegen bietet für die Berechnung mehr Schwierigkeiten, da er auf Ergebnissen beruhet, die nicht aus wissenschaftlichen Grundsätzen gefolgert werden können, sondern aus der eigenthümlichen Beschaffenheit der bewegten Masse also nur auf dem Wege der Erfahrung oder durch Versuche ausgemittelt werden können; diesem Gegenstande, (der Ermittelung der Größe der Widerstände bei der Bewegung gasförmiger Körper) haben zwar die ältesten Physiker ihre Aufmerksamkeit zugewendet, dennoch besitzen wir hierüber leider noch sehr wenig derlei Daten und diese nur für kleinere Anstalten mit regelmäßiger Anordnung, nicht aber für solche großartige Vorkommenheiten, wie die in Frage stehenden, volle Anwendung gestattende. Es dürften daher zum Behufe einer beruhigenden Ermittelung dieses 2ten nöthigen Krafttheiles Versuche bei bestehenden Gruben, in jener Zeit, in welcher der Wetterwechsel genügend Statt findet, abzuführen als ein wünschenswerthes und sehr ersprießliches Unternehmen bezeichnet werden.

So unerheblich manchem Laien dieser Vorschlag klingen mag, eben so sehr sind wir überzeugt, daß eine große Anzahl Grubenbesitzer, durch erfolgloses kostspieliges Tatoniren in Wetterwechsel-Angelegenheiten belehrt, mit uns gleichen Wunsch hegen werden.

Diese Versuche lassen sich, selbst unter der früher vorausgesetzten Annahme nicht ausreichend wissenschaftlicher Grubenleiter, leicht durchführen. Es läßt sich nämlich bei jeder Grube, wo die Arbeiten im vollen Zuge, und der Wetterwechsel genügend ist, die den gehörigen Wetterwechsel erzeugende Kraft und die Geschwindigkeit der abziehenden Wetter ohne besondere ausgedehnte Kenntnisse durch die der Mechanik bekannten Instrumente messen, und da der besprochene erste Theil der Gesammtwirkung eine aus der Quantität der bewegten Massen und ihren Geschwindigkeitshöhen nach den dynamischen Anfangsgründen zu berechnende Größe ist, so gibt der Rest aus der gemessenen Kraft und der durch die gemessene Geschwindigkeit berechneten Größe der nöthigen Kraft für die Bewegung der eben auch meßbaren Luftmasse den Werth für die Nebenhindernisse, welche der bewegte Luftstrom durch die Widerstände an den Grubenwänden und in dem Durchgange durch verschiedene in seinem Wege Statt habende veränderte Oeffnungen erfährt.

Uebrigens wird derjenige, der hierbei mit richtigerer Sachkenntniß zu Werke gehet, sorgfältiger auf die entscheidenden Querschnitte Rücksicht nimmt, welche die, die Grube durchziehenden, Wetter passiren müssen, und sonstige Eigenthümlichkeiten in Rechnung bringt, verläßlichere Regeln aus seinen Versuchen folgern können, als jener, der mit weniger Sachkenntniß nur oberflächliche Versuche abgeführt hat.

Nur vielfältige, und vielseitige auf Prinzipien der Physik und Dynamik gestützte Versuche können zu einem erwünschten Ziele in dieser für die Grubenarbeiter und den Grubensegen so wichtigen Angelegenheit führen.

Zur Erzielung einer Wetterführung für die Gruben diente bisher die Anordnung kommunicirender Luftsäulen von verschiedener Temperatur, wie bei Feuerungsanlagen durch die erwärmte Luftsäule im Kamine die Verbrennungs-Produkte weggeschafft werden.

Bei den meisten Bergwerken, vorzüglich bei jenen, die in Gebirgen liegen, wird die Wetterführung durch zwei Schächte bewirkt, welche aus zu Tage liegenden Orten von möglichst verschiedener Höhenlage bis zur Sohle des Grubenbaues abgeteuft, und durch die Baustrecken mit einander in Verbindung gesetzt werden. Die Grubenluft in diesen beiden, in verschiedenen Höhen ausmündenden, Schächten mit den darüber in der freien Atmosphäre aufruhenden Luftschichten bilden zwei kommunicirende senkrechte Säulen von verschiedenem Gewichte, da fast immer die Temperatur der äußern Luft von jener der Grubenluft verschieden ist; und diese Ungleichheit in dem Gewichte der Luftsäulen leitet dann von selbst eine Bewegung der Luft oder einen Wetterwechsel ein; indem selbe zu einem Schachte hinein- und bei dem andern herausfließen muß. Man nennt einen dieser Schächte gewöhnlich den Wetterschacht, weil er häufig nur deßhalb angebracht ist, und selten für andere Hantierungen des Grubenbaues dient.

Diese Art, Wetter zu bringen, genügt vollkommen bei Gruben, welche die Einführung der Schächte in sehr verschiedenen Horizonten zulassen, oder wohl auch einerseits mittelst tiefliegender Stollen betrieben werden können.

Diese Begünstigung trifft aber mehr den Bergbau auf edle Metalle, oder in Ganggebirgen, als den Kohlenbergbau oder überhaupt den Flötzbau.

Beim Flötzbergbaue, wohin vorzugsweise und in größter Ausdehnung der Steinkohlenbergbau gehört, ist es gewöhnlich eine der schwierigst zu lösenden Aufgaben für den Grubenbauleiter, an alle Strecken des Abbaues zu jederzeit die nöthige Lebensluft in genügender Quantität zu bringen, und die entstandenen schlechten Gase gehörig schnell wegzuschaffen; und man hat daher — um den größtentheils von der Natur wohl selbst gebotenen Mitteln noch zu Hilfe zu kommen — schon sehr verschiedenartige künstliche Einrichtungen in Anwendung gebracht.

Sehr häufig reicht man dabei aus, wenn man jene von der Natur selbst gebotene Kraft der Gewichtsdifferenz kommunicirender Luftsäulen durch künstliche Mittel zu erhöhen, d. i. diese Differenz durch größere Verschiedenheit der Temperaturen noch zu vermehren sucht, was durch sogenannte Wetteröfen bewerkstelligt wird. Diese Oefen stehen in oder über den zum Ausgange der Grubenwetter dienenden Schächten und erwärmen die Luftsäule in diesem Schachte auf sehr bedeutende Temperaturen, um dadurch das Nachströmen der äußeren kälteren Luft in die Grube durch den andern Schacht zu befördern. Vielfach bringt man auch mittelst in die Gruben stürzenden Wassers Luft in dieselben, was aber natürlich nur da angehet, wo oberhalb genügendes Wasser vorhanden ist, und aus den tiefsten Grubenpunkten auch wieder abfließt, oder wenigstens mit sehr geringen Kosten abfließend gemacht werden kann. Eben so wendet man auch allerlei Maschinerien — Wetterfacher, Wettersauger ꝛc. für diese Zwecke an.

In der neuern Zeit hat man in den englischen Kohlengruben nach dem Berichte der erwähnten Parlaments-Kommission auch den Wasserdampf mit in das Bereich der Nothhelfer für Wetterführung gezogen, und er hat sich auch hier, wie überall, wo man sich seiner bedient, außerordentlich erfolgreich erwiesen. Es wird bei Anwendung der Wasserdämpfe zur Beförderung des genügenden Wetterzuges, in dem Ausgangschachte eine Dampfleitung, oder ein Dampfkessel selbst eingelegt, aus deren einem oder dem andern man einen oder mehrere Dampfstrahlen in der Richtung der ausziehenden Wetter ausströmen läßt; durch die Geschwindigkeit des ausströmenden Dampfstrahles wird die Luft in der Richtung des Strahles mit Heftigkeit fortgestoßen, durch das spätere Kondensiren des Dampfes eine Luftleere und zugleich durch die dabei freiwerdende Wärme die Luft im Schachte aufwärts bedeutend erwärmt, und es muß dadurch ein rasches Nachtreten der Grubenluft erzeugt werden; weiters ist die Heftigkeit oder Geschwindigkeit des ausströmenden Strahles der Spannung des Dampfes im Kessel oder in der Leitung proportional und liegt somit in unserer Macht und Willkühr. Auch ist dieses Mittel eines der wohlfeilsten, weil es fast keine Kohlengrube geben wird, wo nicht ohnehin zu andern Zwecken Dampfmaschinen in Anwendung sind, und also der Dampf nach vollbrachter Wirkung in der Dampfmaschine, immer noch genügende Spannung für den besprochenen Zweck behält. Es ist aber die Anwendung der abgehenden Dämpfe bezüglich des Ortes, wo sie für den Wetterwechsel wirksam werden sollen, wohl zu überlegen.

Wenn es nun auch, für den ersten Anblick der fraglichen Sache, keinen so besonders großen Schwierigkeiten zu unterliegen scheint, eine Kohlengrube mit ihren nöthigen Wettern zu versorgen, da es sich doch nur lediglich darum handelt, eine gewisse Luftmasse in Bewegung zu bringen, so ist dieß bei genauer Betrachtung und bei Rücksichtsnahme auf mehrere andere noch Einfluß nehmende Umstände doch auch keine so leichte Sache, wie man sie leider nur zu oft nimmt. In Steinkohlengruben, wo in der Regel immer mehrere Flötze in verschiedenen Tiefen im Abbaue sind, wo Verwerfungen und Abrutschungen verschiedener Art so häufig vorkommen, und die einzelnen Abbaustrecken oft gar nicht, oder nur mit großen Kosten, mit einander in Verbindung gebracht werden können, ist es eine Aufgabe tiefen Denkens, an alle Punkte der Grube gute Wetter zu bringen. Kommen dazu noch in vielen Gruben die sogenannten schweren Wetter, kohlensaures Gas, Schwefel-Hydrogengas, muriumsaures Gas, Schwefeldampf, schwefelsaurer Dampf, Protoxide von Azot ꝛc., dann wird die Ventilirung um so schwieriger, und es gehört — um wirksame Anordnungen und Einrichtungen zu treffen — vollkommene Kenntniß der Gesetze der Physik und Mechanik dazu; man langt dann mit der so hochgepriesenen Praxis, wofür gerne die bloße Empirie genommen wird, und ohne Theorie nicht mehr aus, und wird nur in allseitig Nachtheil bringende Verlegenheiten und Gefahren gerathen.

Eine Angelegenheit des Grubenabbaues wie diese, wo so viele Menschenleben gefährdet werden, wo bedeutende zum Nutzen des Allgemeinen bestimmte Naturschätze für dieses leicht ganz verloren gehen können oder doch ihre Gewinnung und daher auch ihre Benützung fürs Allgemeine unverhältnißmäßig vertheuert werden kann, gehört in das enge Bereich der Grubenpolizei und zwar einer ausgedehnteren wissenschaftlichen mit Rücksicht auf Nationalökonomie gehandhabten Beaufsichtigung; es wäre daher sehr wünschenswerth — wenn man es nicht Pflicht nennen will — es möchte von Seite der hohen Staatsverwaltung in dieser Beziehung mehr als bisher, vorzüglich bei Privatbergbauen, eingewirkt werden, daß durch Anstellung gebildeter Grubenbeamten auch in Privatgruben dem fraglichen Bedürfnisse Rechnung getragen werde, ja es dürfte kaum geläugnet werden können, daß dem Staate die permanente Kontrolirung in dieser Sache pflichtmäßig obliege, wenn allgemeine Verluste verhütet werden sollen.

Es wäre demnach — nach dem Beispiele des englischen Parlaments — wohl auch bei uns angezeigt, eine eigene Revisions-Komission für unsere Steinkohlengruben zusammenzusetzen, und das Nöthige für allgemeine Vorschriften erheben zu lassen, die noch nöthigen Versuche zu leiten, und endlich diesen Grubenbetrieb auf eine erwünschte gediegene Basis zu bringen. Die erwähnte englische Unterhauskommission hat uns wenigstens Einen Kommissionsakt für diesen Zweck erspart, denn die dort gefundenen Ursachen der Explosionen sind es auch bei uns, und wahrscheinlich wird nun dort auf die erste Kommission eine zweite zusammengesetzt werden, welche die Mittel wird aufzufinden haben, durch welche alle Uebelstände, wenigstens so weit beseitigt werden können, als es der Stand der Wissenschaften und der Erfahrungen zuläßt. Die von der Kommission bereits halb und halb angedeutete Abhilfe mittelst Anwendung des Dampfes bei Wetterführungen wird nicht in allen Fällen Platz greifen können, noch auch genügen, und es werden außer der Dampfanwendung noch manche andere Einrichtungen zu treffen sein.

Ob wir nun abwarten sollen, bis uns durch englische Einrichtungen gegen die erwähnten Grubenübel die Abhilfsmittel gezeigt werden, oder ob wir auch ein Schärflein zum Besten der armen Bergleute sogleich beitragen sollen, bevor noch vielleicht Hunderte dieser Armen dem Unglücke zum Opfer fallen, möge dort entschieden werden, wo die endliche Verantwortlichkeit solcher Opfer hinfällt.

Es kann hier nur die sogleiche Erörterung der nöthigen Einrichtungen, noch vor der großartigeren Ausdehnung unserer Kohlengruben, als zweckmäßiger anerkannt werden, als nach Jahren, wo in vielen bis dahin bedeutend abgebauten Gruben eine radicale Abhilfe vernachläßigter Wetterführung gar nicht — oder wenigstens nur mit großen Kosten möglich werden dürfte. Vor Allem aber lege jeder Grubenleiter die Hand aufs Herz, und gestehe wenigstens sich selbst — daß er über diesen Gegenstand tief und ernstlich noch nicht nachgedacht habe, und nur das bisher Uebliche in Anwendung brachte, und er wird schon dadurch viel zur Verbesserung der Verhältnisse beitragen, indem er sich wenigstens allfällig zu machenden Versuchen, Erhebungen und Nachforschungen nicht widersetzen wird.

Eben so mögen Gruben-Eigenthümer, wenn sie ihr Eigenthum für alle Zukunft sich sicher stellen wollen, mit mehr als der jetzt üblichen Vorsicht, die Leitung Männern anvertrauen, welche nicht allein sogenannte Praktiker, sondern auch wissenschaftlich für das Fach gebildet sind. —

Ein allseitiges Zusammenwirken, von Bergbau-Ingenieuren, Mechanikern, Chemikern und Physikern, dürfte diese so wichtige, selbst in England ungeachtet seines bewunderungswürdig ausgedehnten Steinkohlenbergbaues bisher sehr vernachläßigte, Angelegenheit beim gesammten Bergbaue wohl sehr bald einer Vervollkommnung zuführen, welche bei neueren Grubenbauten vielleicht jede Gefahr gänzlich beseitigen, und bei bereits stark abgebauten Gruben, die Unglücksfälle wenigstens auf ein Minimum herabbringen würde.

(Schluß folgt.)

Mittheilungen vom Vereine.

a) 15. Verzeichniß der dem österr. Ingenieur-Vereine neu beigetretenen Mitglieder:

α) Thätige Mitglieder:

Die Herren

Doschek Vinzenz, k. k. Ingenieur-Assistent in Neuhäusel.

Ghega Karl Dr. Ritter von, k. k. Ministerialrath und Central-Direktor der Staats-Eisenbahnbauten in Wien.

Prokesch Anton, Ingenieur der a. p. Kais. Ferd. Nordbahn in Wien, Jägerzeile 27.

Puchelt Konrad, k. k. Ingenieur in Gratz.

Seyß Ludwig, Mechaniker in Wien, Schottenfeld 211.

Smattosch Johann, Architekt in Wien, Leopoldstadt 662.

Sprenger Paul, k. k. Sektionsrath im h. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentl. Bauten in Wien, Stadt 158.

Zeh Johann, Construkteur der Maschinenfabrik in Wr. Neustadt.

β) Als theilnehmende Mitglieder:

Hartmann Franz X., Bürger und Hammerschmiedmeister in Wien, Matzleinsdorf Nr. 39.

Negro Ernest, k. k. Handels-Ministerial-Beamter in Wien.

γ) Als korrespondirendes Mitglied:

Bauernfeind Karl Max., Professor an der k. polytechnischen Schule in München.

δ) Dagegen haben ihren Austritt aus dem Vereine erklärt:

Die Herren

Fischer Anton, Werksbesitzer in Vordernberg.

Rigel A. P. de, Civilingenieur und Architekt in Wien.

Vauthier-Rochefort Leopold Ritter von, k. k. Ober-Ingenieur in Wien.

Würzer Raimund, k. k. Ingenieur-Assistent in Schwaz.

b) Zur Sprache gebrachte Gegenstände an den gewöhnlichen Besprechungsabenden des Vereines, im Monate Jänner 1853.

Herr M. Reinscher bringt aus dem Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt vom J. 1852 die Abhandlungen

1. über „Drainage" und
2. über „Steinkohlen-Ausbeute in Europa" zur Berücksichtigung.

Herr W. Bender macht Mittheilung

3. über eine neue Einrichtung bei den Dampfschiebern der Lokomotive, durch welche der größte Theil des Dampfdruckes auf dieselbe aufgehoben und dadurch ein weit leichterer Gang der Schieber erzielt wird;
4. über eine neue, von Hrn. Kirchweger in Hannover ausgearbeitete Konstruktion zur Bewegung der Dampfschieber bei Lokomotiven mit außen liegender Steuerung, durch welche die, bedeutende Reibung erzeugenden, Excentriks ganz beseitiget und statt derselben kleine Kurbeln angewendet werden;
5. über eine längst bewährte, aber noch wenig bekannte vorzügliche Schmiervorrichtung an Stopfbüchsen;
6. über einen sehr einfachen Zählapparat für Rotationen an Wellen und Achsen von Schäffer und Comp. zu Magdeburg; ein solcher Apparat wird zugleich, in natürlicher Größe ausgeführt, vorgezeigt.

Herr F. Hoffmann gibt

7. Mittheilung des vom Hrn. Professor v. Ettingshausen in den Sitzungen der kais. Akademie der Wissenschaften vorgetragenen analytischen Beweises für die Richtung der Mittelkraft aus

Zweien in einem Punkte unter rechtem Winkel wirkenden Seiten-Kräften, mit Beifügung eines eigenen aufgestellten Beweises über die Größe dieser Mittelkraft.

Herr W. Engerth gibt

8. die Fortsetzung der Mittheilungen über die Semmering-Lokomotive.

Herr A. Strecker macht auf mehrere Artikeln der „Gewerbezeitung, Organ für die Interessen des bayerischen Gewerbestandes" aufmerksam, namentlich gibt derselbe einen Auszug

9. aus Nr. 10 bis 14 J. 1852 über „das Färben und Beizen des Holzes," welches mit verschiedenfärbigen Beizen oder Färbeflüssigkeiten nach mitgetheilten Rezepten im ganzen Stamme auf dem Wege einer Imprägnirung mit diesen Flüssigkeiten ausgeführt wird, um aus so gefärbten Stämmen Fourniere von den verschiedendsten Farben mittelst der Säge zu gewinnen, und aus diesen die künstlichsten Mosaik-Tischler-Arbeiten herzustellen. Doch dieses Färben des Holzes gelang nicht so schnell, weil ohne Imprägnirung die Beizen das Holz nicht durchdrangen, und selbst mittelst Imprägnirung die Farben der Beizen durch den Saft des Holzes verändert wurden. Da der Vorgang hierbei zugleich eine eigenthümliche Methode der Imprägnirung der Hölzer selbst enthält, die in manchen besondern Fällen auch für andere technische Zwecke Anwendung finden kann, so wollen wir aus der angezogenen Zeitung den bezüglichen Theil am Schluße dieses Artikels in nächster Nummer wörtlich bringen.

10. Nr. 19. Bohren in Glas ist mit dreikantig pyramidal geformten Bohrern von gehärtetem Stahle leicht zu vollführen, wenn die Bohrstelle stets mit verharztem Terpentinöl (solches, welches in offenen Fläschchen mehrere Tage stand) benetzt wird.

11. Ebenda. Brittania-Metall ist eine Komposition aus 9 Theilen Zinn, 1 Thl. Antimon und einem geringen, wahrscheinlich zufälligen Antheil von Kupfer, Blei und Eisen. Die Farbe ist bläulicher als Zinn, ähnlich dem Platin. Ist härter als reines Zinn.

12. Nr. 20. Zum Graviren von Elfenbein und Schwärzen der Zeichnung wird dasselbe mit gewöhnlichem Aetzgrunde überzogen, die Zeichnung mit dem Grabstichel ausgeführt, und diese mit einer Auflösung von 96 Gran Silber in 2 Loth Salpeters. und 9 Loth destillirten Wasser geäzt; nach etwa $1/2$ Stunde wird sodann die letzte Aetzung mit destill. Wasser abgewaschen und mit Fließpapier abgetrocknet, die Zeichnung hierauf durch eine Stunde der Sonne ausgesetzt und hierauf die Wachsschichte mit Terpentinöl entfernt.

13. Nr. 21. Bleichen des Leinöls mit Anwendung von Mennige und verd. Salzsäure. Auf 30 Pfd. Leinöl nach Dr. Winterfeld 1 Pfd. beste franz. Mennige mit etwa 10 Loth Leinöl fein gerieben, mit dem Leinöl nach und nach zusammen gerührt und 30 Pfd. Wasser beigemischt, hierauf 2 Pfd. Salzsäure, mit 6 Pfd. Wasser verdünnt, allmählig zugesetzt, gibt in 8 bis 10 Tagen schon gebleichtes Leinöl.

14. Nr. 22. Gallussaures Eisenoxyd als sammetschwarzes Pulver zu erhalten wird einem Galläpfel-Decoct, schwefelsaures, salpetersaures oder essigsaures Eisenoxyd beigemischt, und um das entstandene Schwarz als Pulver zu präcipidiren, kohlens. Natron zugesetzt.

15. Ebenda. Aechte und unächte Vergoldung auf Papier und Borten wird durch Erhitzung über einer Lichtflamme unterschieden; erstere behält den Goldglanz unverändert, leztere erhält ein braunrothes Ansehen.

16. Ebenda. Künstliche Steinmassen. Diese sind:

1. Kalksilikat, eine Verbindung von Kieselerde mit Kalk, dem Sandsteine sehr ähnlich.

2. Kalkkarbonat oder frisch gebrannter fetter Kalk mit wenig Wasser zum Brei durchgearbeitet und in einem mit Kohlensäure erfüllten Raum getrocknet, dem Marmor gleich.

17. Ebenda. Kitt für Stubenöfen. Lehm und Holzasche, beide fein gesiebt, mit etwas Salz gemischt und mit Wasser zu einem Teig gebracht.

c) Wir haben in Nr. 19 unserer Zeitschrift vom vor. J. den Lesern die Erscheinung des „Technologischen Wörterbuches von J. A. Beil", eines wahren Bedürfnisses, bekannt gegeben, und in der spätern Nr. 22 Seite 244 unter Lit. c das Bedauern ausgedrückt, daß die alphabetisch geordneten Kunstausdrücke in der englischen und französischen Sprache abgehen. Nach der Beilage (siehe Prospectus. Techn. Wörterbuch 2c. 2c.) wird diesem Uebelstande durch das Erscheinen des englischen und französischen Theiles abgeholfen.

Berichtigungen.

In Nr. 1 Seite 2, zweite Spalte, 25te Zeile von oben sind nach dem eingeschalteten Satze „wie bei den gewöhnlichen Wechselvorrichtungen" die unliebsam weggebliebenen Worte „verstellen, aber hier" einzuschalten.

Weiters Seite 3., erste Spalte, 12te Zeile von unten ist an die Stelle von „9" „zu setzen" $3 1/2$".

Bei diesem Anlasse mag, im Dienste unserer bekanntlich armen deutschen Terminologie für Zwecke der Mechanik, zugleich mehrseitiger Rügen einiger in diesen Aufsatz eingeführter Ausdrücke und ihrer Vertretung gedacht sein. So sollten nach der vorgeschlagenen Verbesserung die in Fig. 1, Blatt 1, mit n bezeichneten Erhöhungen nicht mit Warzen sondern mit Stützbolzen gegeben sein. Letzteres, aus Stütze und Bolzen zusammen gesetzt, begreift zwei nicht leicht zu Einem zu verschmelzende Begriffe: Stütze, im eigentlichen Sinne, kann nur gebraucht werden um eine Last oder ein Gewicht zu hindern der Schwerkraft folgend in Bewegung zu gerathen, Bolzen ein cylindrischer, bald ohne bald mit einem Kopfe, bald mit Schraubengängen und Muttern versehener, bald zugespitzt, bald am Ende zur Aufnahme eines Keiles gelochter Körper dienet zur Befestigung eines Bestandtheiles auf einem Andern oder zur Verbindung beider u. dgl.; während Warze nach jedem Sprachlexikon jede Erhöhung über einer Fläche ist — daher allgemein anerkannt die Kurbelwarze 2c. 2c.

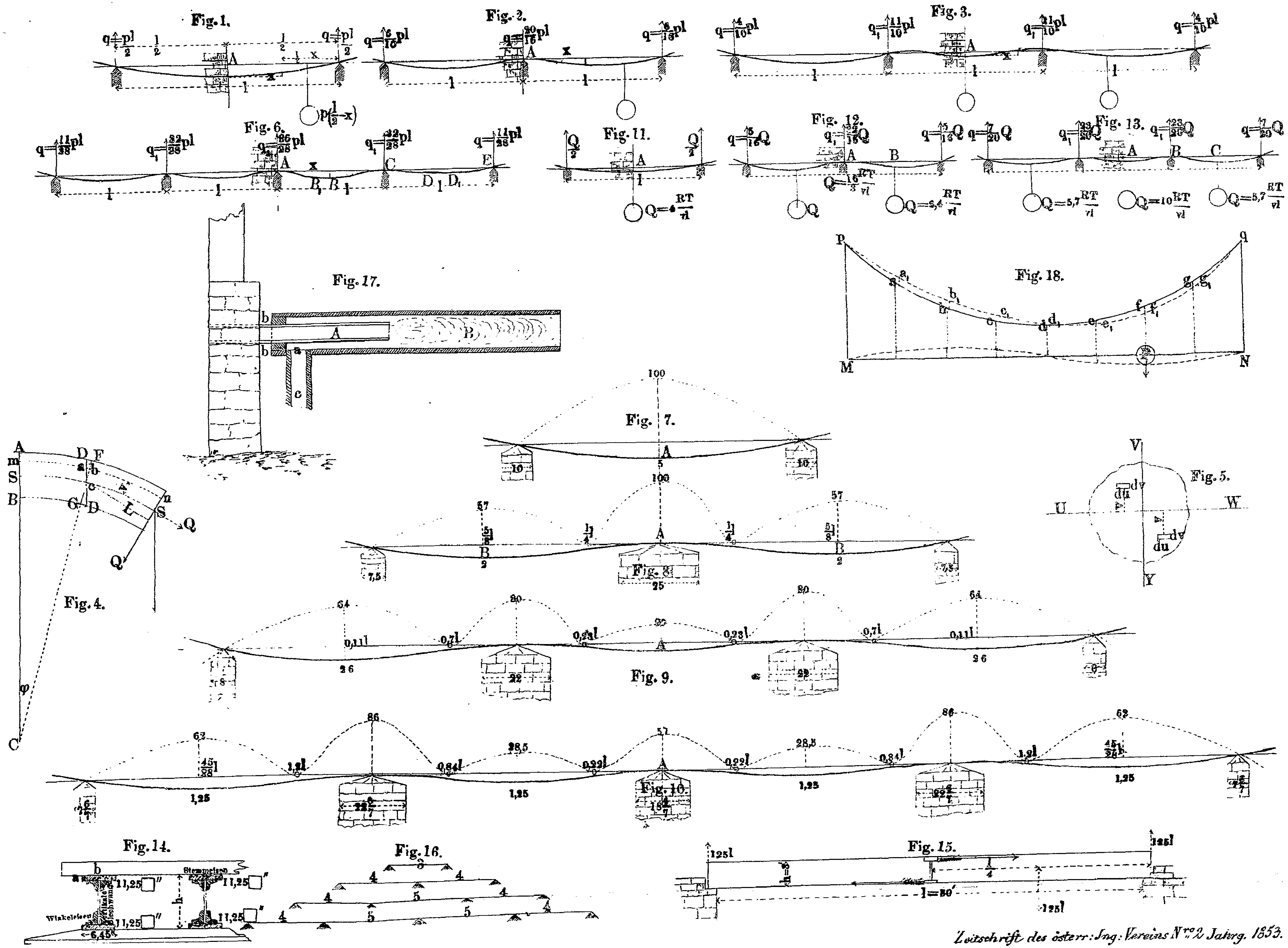
So sollten weiters die, Blatt 2 Fig. V. b, über der geraden Linie dgd oder über der darunter zu verstehenden Ebene erscheinenden Erhöhungen f und h nicht gekuppelte Hebekeile sondern Hebedaumen genannt sein. Allgemein ist Form und Wirkungsart der Hebedaumen (Däumlinge) an den Wellen der Poch- und Walkmühlen, der Hammerwerke 2c. 2c. bekannt und hier offenbar nicht passend, auch ist bekannt, daß mittelst Keilen Körper getrennt oder zerrissen und Lasten auf kleine Höhen gehoben werden, wenn sie unter die Last hineingeführt oder getrieben werden, gerade wie hier.

Blatt 2 Fig. I, II, IV sollte der Bestandtheil c nicht Schlitten oder Führung sondern Pratze heißen, da doch Maschinenbestandtheile, die in vorgezeichneten Bahnen, wie hier in der Nuth, hin und her gehen müssen, häufig und gewöhnlich diese Benennung erhalten, dabei ist es gleichgültig ob Schlitten oder Bahn absolut unverrückbar steht; wogegen Pratze nach dem Zeugniß aller Sprachgelehrten kein der reinen deutschen Sprache angehöriges Wort ist, statt Tatze steht und verächtlich für Hand gebraucht wird, und wir glauben es daher ganz richtig in die Kathegorie der: Mirzel, Seferl, Tager, Hiesel 2c. 2c. für Marie, Josepha, Kind, Mathias 2c. 2c. zu zählen, wo allerdings örtlich erstere besser als letztere verstanden werden können.

Verantwortlicher Redacteur: **Eduard Schmidl.** — In Commission der **Karl Gerold**'schen Buchhandlung, innere Stadt Nr. 625.

Druck von Karl Gerold und Sohn.

Anmerkung. Dieser Nummer liegen bei: 1. Ein Prospektus. — 2. Eine Mittheilung an die thätigen und theilnehmenden Vereinsmitglieder.



Zeitschrift des österr: Ing: Vereins N.ro 2 Jahrg. 1853.

Gedr. bei L. Mohn